

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-151778  
(P2003-151778A)

(43)公開日 平成15年5月23日(2003.5.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 05 B 33/22		H 05 B 33/22	D 3 K 0 0 7
C 09 K 11/06	6 3 5	C 09 K 11/06	6 3 5 4 C 0 2 3
	6 9 0		6 9 0
H 05 B 33/14		H 05 B 33/14	B
// C 07 D 333/20		C 07 D 333/20	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2001-343640(P2001-343640)

(22)出願日 平成13年11月8日(2001.11.8)

(71)出願人 000005887  
三井化学株式会社  
東京都千代田区霞が関三丁目2番5号  
(72)発明者 中塚 正勝  
千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株  
式会社内  
(72)発明者 島村 武彦  
千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株  
式会社内  
(72)発明者 石田 努  
千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株  
式会社内

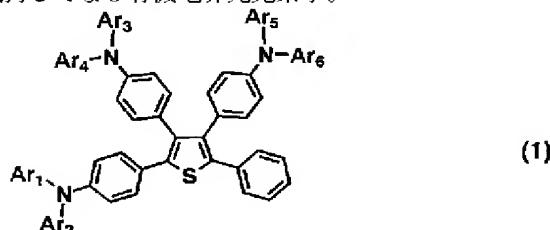
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機電界発光素子

(57)【要約】

【課題】 発光効率が優れ、発光寿命が長く、耐久性に  
優れた有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】 一対の電極間に、一般式(1)で表される  
化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層  
挟持してなる有機電界発光素子。

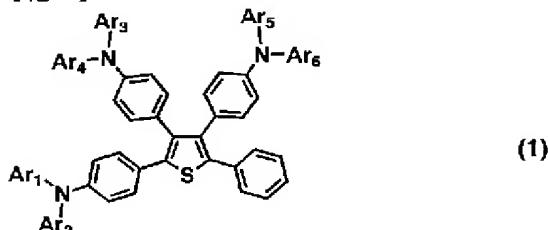


(式中、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>はそれぞれ独立に、置換または未置換のアリール基を表し、さらに、Ar<sub>1</sub>とAr<sub>2</sub>、Ar<sub>3</sub>とAr<sub>4</sub>およびAr<sub>5</sub>とAr<sub>6</sub>は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していてもよいを表す)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極間に、一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子。

## 【化1】



(式中、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>はそれぞれ独立に、置換または未置換のアリール基を表し、さらに、Ar<sub>1</sub>とAr<sub>2</sub>、Ar<sub>3</sub>とAr<sub>4</sub>およびAr<sub>5</sub>とAr<sub>6</sub>は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していてもよいを表す)

【請求項2】 一般式(1)で表される化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項3】 一般式(1)で表される化合物を含有する層が、発光層である請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項4】 一対の電極間に、さらに、発光層を有する請求項1～2のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【請求項5】 一対の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する請求項1～4のいずれかに記載の有機電界発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機電界発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、無機電界発光素子は、例えば、バックライトなどのパネル型光源として使用されてきたが、該発光素子を駆動させるには、交流の高電圧が必要である。最近になり、発光材料に有機材料を用いた有機電界発光素子(有機エレクトロルミネッセンス素子：有機EL素子)が開発された〔App1. Phys. Lett., 51, 913 (1987)〕。有機電界発光素子は、蛍光性有機化合物を含む薄膜を、陽極と陰極間に挟持された構造を有し、該薄膜に電子および正孔(ホール)を注入して、再結合させることにより励起子(エキシトン)を生成させ、この励起子が失活する際に放出される光を利用して発光する素子である。有機電界発光素子は、数V～数十V程度の直流の低電圧で、発光が可能であり、また蛍光性有機化合物の種類を選択することにより、種々の色(例えば、赤色、青色、緑色)の発光が可能である。このような特徴を有する有機電界発光素子は、種々の発光素子、表示素子等への応用が期待されている。しかしながら、一般に、有機電界発光素子は、安定性、耐久性に乏しい

などの難点がある。さらには、低消費エネルギーの観点から、更なる発光効率の向上が求められている。

【0003】正孔注入輸送材料として、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニルを用いることが提案されている〔Jpn. J. Appl. Phys., 27, L269 (1988)〕。しかしこの化合物を、正孔注入輸送材料として用いてなる有機電界発光素子は、安定性、耐久性に乏しいなどの難点がある。また、正孔注入輸送材料として、例えば、2, 3, 5-トリス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-4-フェニルチオフェン、2, 3, 5-トリス[4'-(N, N-ジ(3'-メチルフェニルアミノ)フェニル)-4-フェニルチオフェン、3-[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-2, 5-ビス[4'-(N-フェニル-N'-(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-4-フェニルチオフェンを用いることが提案されている(特開平10-125468号公報)。これらチオフェン誘導体のアミン化合物を、例えば、正孔注入輸送材料として用いた有機電界発光素子は、安定性、耐久性は向上されてはいるものの、更なる発光効率の改良が求められている。現在では、一層改良された有機電界発光素子が望まれている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、発光効率の改良された有機電界発光素子を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、有機電界発光素子に関して鋭意検討した結果、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、

①一対の電極間に、下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層挟持してなる有機電界発光素子、

②一般式(1)で表される化合物を含有する層が、正孔注入輸送層である①記載の有機電界発光素子、

③一般式(1)で表される化合物を含有する層が、発光層である①記載の有機電界発光素子、

④一対の電極間に、さらに、発光層を有する前記①～②のいずれかに記載の有機電界発光素子、

⑤一対の電極間に、さらに、電子注入輸送層を有する前記①～④のいずれかに記載の有機電界発光素子、に関するものである。

## 【0006】

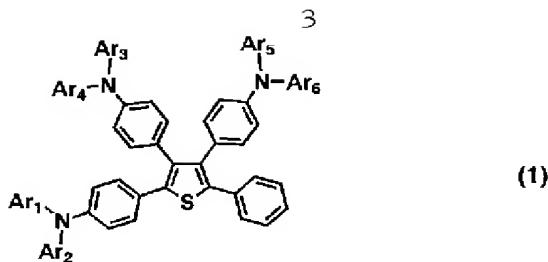
## 【化2】

炭素環式芳香族基である。

【0011】Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>において、置換または未置換のアリール基の具体例としては、例えば、フェニル基、4-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、2-メチルフェニル基、4-エチルフェニル基、3-エチルフェニル基、2-エチルフェニル基、4-n-プロピルフェニル基、4-イソプロピルフェニル基、2-イソプロピルフェニル基、4-n-ブチルフェニル基、4-sec-ブチルフェニル基、2-sec-ブチルフェニル基、4-tert-ブチルフェニル基、3-tert-ブチルフェニル基、2-tert-ブチルフェニル基、4-n-ペンチルフェニル基、4-イソペンチルフェニル基、2-ネオペンチルフェニル基、4-tert-ペンチルフェニル基、4-(2'-エチルブチル)フェニル基、4-n-ヘキシルフェニル基、4-(2'-エチルヘキシル)フェニル基、4-tert-オクチルフェニル基、4-n-デシルフェニル基、4-n-ドデシルフェニル基、4-n-テトラデシルフェニル基、4-シクロベンチルフェニル基、4-シクロヘキシルフェニル基、4-(4'-メチルシクロヘキシル)フェニル基、4-(4'-tert-ブチルシクロヘキシル)フェニル基、3-シクロヘキシルフェニル基、2-シクロヘキシルフェニル基。

【0012】2,4-ジメチルフェニル基、2,5-ジメチルフェニル基、3,4-ジメチルフェニル基、3,5-ジメチルフェニル基、2,6-ジメチルフェニル基、2,4-ジエチルフェニル基、2,3,5-トリメチルフェニル基、2,3,6-トリメチルフェニル基、3,4,5-トリメチルフェニル基、2,6-ジエチルフェニル基、2,5-ジイソプロピルフェニル基、2,4-ジ-tert-ブチルフェニル基、2,5-ジ-tert-ブチルフェニル基、4,6-ジ-tert-ブチル-2-メチルフェニル基、5-tert-ブチル-2-メチルフェニル基、4-tert-ブチル-2,6-ジメチルフェニル基。

【0013】4-メトキシフェニル基、3-メトキシフェニル基、2-メトキシフェニル基、4-エトキシフェニル基、3-エトキシフェニル基、2-エトキシフェニル基、4-n-プロポキシフェニル基、3-n-プロポキシフェニル基、4-イソプロポキシフェニル基、4-n-ブロキシフェニル基、4-イソブロキシフェニル基、2-sec-ブロキシフェニル基、4-n-ペンチルオキシフェニル基、4-イソペンチルオキシフェニル基、2-イソペンチルオキシフェニル基、4-ネオペンチルオキシフェニル基、2-(2'-エチルブチル)オキシフェニル基、4-n-オクチルオキシフェニル基、4-n-デシルオキシフェニル基、4-n-ドデシルオキシフェニル基。



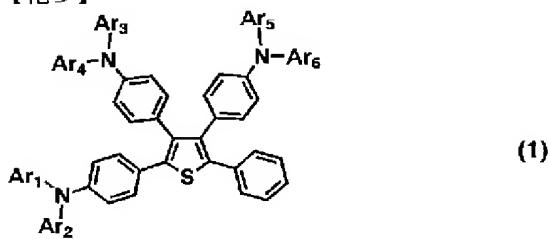
(式中、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>はそれぞれ独立に、置換または未置換のアリール基を表し、さらに、Ar<sub>1</sub>とAr<sub>2</sub>、Ar<sub>3</sub>とAr<sub>4</sub>およびAr<sub>5</sub>とAr<sub>6</sub>は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していてもよいを表す)

#### 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関して詳細に説明する。本発明の有機電界発光素子は、一対の電極間に、一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有する層を少なくとも一層挟持してなるものである。

#### 【0008】

##### 【化3】



(式中、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>はそれぞれ独立に、置換または未置換のアリール基を表し、さらに、Ar<sub>1</sub>とAr<sub>2</sub>、Ar<sub>3</sub>とAr<sub>4</sub>およびAr<sub>5</sub>とAr<sub>6</sub>は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していてもよいを表す)

【0009】一般式(1)において、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>はそれぞれ独立に、置換または未置換のアリール基を表す。尚、アリール基とは、例えば、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基などの炭素環式芳香族基、例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基などの複素環式芳香族基を表す。

【0010】Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>は、好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、あるいはアリール基で单置換または多置換されていてもよい総炭素数6～26の炭素環式芳香族基または総炭素数3～26の複素環式芳香族基であり、より好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハロゲン原子、炭素数1～14のアルキル基、炭素数1～14のアルコキシ基、あるいは炭素数6～10のアリール基で单置換または多置換されていてもよい総炭素数6～20の炭素環式芳香族基または総炭素数3～20の複素環式芳香族基であり、さらに好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハロゲン原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルコキシ基、あるいは炭素数6～10のアリール基で单置換または多置換されていてもよい総炭素数6～16の

5

エニル基、4-n-テトラデシルオキシフェニル基、4-シクロヘキシルオキシフェニル基、2-シクロヘキシルオキシフェニル基、

【0014】2-メチル-4-メトキシフェニル基、2-メチル-5-メトキシフェニル基、3-メチル-4-メトキシフェニル基、3-エチル-5-メトキシフェニル基、2-メトキシ-4-メチルフェニル基、3-メトキシ-4-メチルフェニル基、2, 4-ジメトキシフェニル基、2, 5-ジメトキシフェニル基、2, 6-ジメトキシフェニル基、3, 4-ジメトキシフェニル基、3, 5-ジメトキシフェニル基、3, 5-ジエトキシフェニル基、3, 5-ジ-n-ブトキシフェニル基、2-メトキシ-4-エトキシフェニル基、2-メトキシ-6-エトキシフェニル基、3, 4, 5-トリメトキシフェニル基、

【0015】4-フルオロフェニル基、3-フルオロフェニル基、2-フルオロフェニル基、4-クロロフェニル基、3-クロロフェニル基、2-クロロフェニル基、4-ブロモフェニル基、2-ブロモフェニル基、2, 3-ジフルオロフェニル基、2, 4-ジフルオロフェニル基、2, 5-ジフルオロフェニル基、2, 6-ジフルオロフェニル基、3, 4-ジフルオロフェニル基、3, 5-ジフルオロフェニル基、2, 3-ジクロロフェニル基、2, 4-ジクロロフェニル基、2, 5-ジクロロフェニル基、3, 4-ジクロロフェニル基、3, 5-ジクロロフェニル基、2, 5-ジブロモフェニル基、2, 4, 6-トリクロロフェニル基、2-フルオロ-4-メチルフェニル基、2-フルオロ-5-メチルフェニル基、3-フルオロ-2-メチルフェニル基、3-フルオロ-4-メチルフェニル基、2-メチル-4-フルオロフェニル基、2-メチル-5-フルオロフェニル基、3-メチル-4-フルオロフェニル基、2-クロロ-4-メチルフェニル基、2-クロロ-5-メチルフェニル基、2-クロロ-6-メチルフェニル基、2-メチル-3-クロロフェニル基、2-メチル-4-クロロフェニル基、3-クロロ-4-メチルフェニル基、3-メチル-4-クロロフェニル基、2-クロロ-4, 6-ジメチルフェニル基、2-メトキシ-4-フルオロフェニル基、2-フルオロ-4-メトキシフェニル基、2-フルオロ-4-エトキシフェニル基、2-フルオロ-6-メトキシフェニル基、3-フルオロ-4-エトキシフェニル基、3-クロロ-4-メトキシフェニル基、2-メトキシ-5-クロロフェニル基、3-メトキシ-6-クロロフェニル基、5-クロロ-2, 4-ジメトキシフェニル基。

【0016】4-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、2-フェニルフェニル基、4-(4'-メチルフェニル)フェニル基、4-(3'-メチルフェニル)フェニル基、4-(4'-エチルフェニル)フェニル基、4-(4'-イソプロピルフェニル)フェニル

6  
基、4-(4'-tert-ブチルフェニル)フェニル基、  
4-(4'-n-ヘキシルフェニル)フェニル基、4-(4'-n-オクチルフェニル)フェニル基、4-(4'-n-ドデシルフェニル)フェニル基、3-(4'-メチルフェニル)フェニル基、2-(4'-メチルフェニル)フェニル基、4-(4'-メトキシフェニル)フェニル基、4-(3'-メトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-エトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-n-ブトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-n-ヘキシルオキシフェニル)フェニル基、4-(4'-n-オクチルオキシフェニル)フェニル基、4-(4'-n-デシルオキシフェニル)フェニル基、3-(4'-メトキシフェニル)フェニル基、2-(4'-メトキシフェニル)フェニル基、2-(2'-メトキシフェニル)フェニル基、4-(4'-フルオロフェニル)フェニル基、4-(4'-クロロフェニル)フェニル基、4-(3'-フルオロフェニル)フェニル基、4-(2'-フルオロフェニル)フェニル基、2-(4'-フルオロフェニル)フェニル基、3-メチル-4-フェニルフェニル基、4-メチル-3-フェニルフェニル基、4-メチル-2-フェニルフェニル基、5-メチル-2-フェニルフェニル基、6-メチル-3-フェニルフェニル基、2-エチル-4-フェニルフェニル基、4-エチル-2-フェニルフェニル基、2-メトキシ-4-フェニルフェニル基、3-メトキシ-4-フェニルフェニル基、4-メトキシ-2-フェニルフェニル基、4-フルオロ-2-フェニルフェニル基、3-フルオロ-2-フェニルフェニル基、5-フルオロ-2-フェニルフェニル基、2,4-ジフェニルフェニル基、2-フェニル-4-(4'-メチルフェニル)フェニル基、3,4-ジフェニルフェニル基、3,5-ジフェニルフェニル基、【0017】1-ナフチル基、2-ナフチル基、2-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-エチル-1-ナフチル基、4-n-ブチル-1-ナフチル基、4-n-ヘキシル-1-ナフチル基、4-n-デシル-1-ナフチル基、5-メチル-1-ナフチル基、1-メチル-2-ナフチル基、6-メチル-2-ナフチル基、6-エチル-2-ナフチル基、6-n-ブチル-2-ナフチル基、6-n-オクチル-2-ナフチル基、2-メトキシ-1-ナフチル基、4-メトキシ-1-ナフチル基、5-エトキシ-1-ナフチル基、6-メトキシ-2-ナフチル基、6-エトキシ-2-ナフチル基、6-n-ヘキシルオキシ-2-ナフチル基、7-メトキシ-2-ナフチル基、7-n-ブトキシ-2-ナフチル基、4-フェニル-1-ナフチル基、6-フェニル-2-ナフチル基、4-フルオロ-1-ナフチル基、2-フルオロ-1-ナフチル基、4-

クロロ-1-ナフチル基、4-クロロ-2-ナフチル基、6-クロロ-2-ナフチル基、6-ブロモ-2-ナフチル基、2, 4-ジクロロ-1-ナフチル基、1, 6-ジクロロ-2-ナフチル基、

【0018】1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、6-メチル-2-アントリル基、6-tert-ブチル-2-アントリル基、10-メチル-9-アントリル基、10-エチル-9-アントリル基、10-n-ヘキシル-9-アントリル基、5-フェニル-1-アントリル基、6-フェニル-2-アントリル基、10-フェニル-9-アントリル基、10-(4'-メチルフェニル)-9-アントリル基、

【0019】1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、9-フェナントリル基、3-メチル-1-フェナントリル基、5-メチル-1-フェナントリル基、6-tert-ブチル-1-フェナントリル基、6-メチル-2-フェナントリル基、1-メチル-9-フェナントリル基、8-メチル-9-フェナントリル基、2-メチル-9-フェナントリル基、2-エチル-9-フェナントリル基、3-メチル-9-フェナントリル基、3-n-ブチル-9-フェナントリル基、6-メチル-9-フェナントリル基、10-メチル-9-フェナントリル基、2, 3-ジメチル-9-フェナントリル基、3, 6-ジメチル-9-フェナントリル基、1-メトキシ-9-フェナントリル基、2-メトキシ-9-フェナントリル基、3-メトキシ-9-フェナントリル基、10-メトキシ-9-フェナントリル基、3-メトキシ-7-メチル-9-フェナントリル基、3-フェニル-1-フェナントリル基、6-フェニル-1-フェナントリル基、2-(4'-メチルフェニル)-9-フェナントリル基、3-フェニル-9-フェナントリル基、1-クロロ-9-フェナントリル基、3-フルオロ-9-フェナントリル基、7-クロロ-9-フェナントリル基、

【0020】2-フルオレニル基、9-メチル-2-フルオレニル基、9-エチル-2-フルオレニル基、9-イソプロピル-2-フルオレニル基、9-n-オクチル-2-フルオレニル基、9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、9, 9-ジエチル-2-フルオレニル基、9, 9-ジ-n-ブロピル-2-フルオレニル基、9, 9-ジ-n-ブチル-2-フルオレニル基、9, 9-ジ-n-ヘキシル-2-フルオレニル基、7-メチル-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-tert-ブチル-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、9-フェニル-2-フルオレニル基、7-フェニル-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-(4'-メチルフェニル)-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-(4'-tert-ブチルフェニル)-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-エトキシ-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-クロロ-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-エトキシ-9, 9-ジメチル-2-フルオレニル基、7-クロロ-9, 9-ジメチ

ル-2-フルオレニル基、9, 9-ジフェニル-2-フルオレニル基、9-フェニル-9-メチル-2-フルオレニル基、9-(4'-メチルフェニル)-9-n-ヘキシル-2-フルオレニル基、

【0021】4-キノリル基、2-ビリジル基、3-ビリジル基、4-ビリジル基、2-エチル-4-ビリジル基、4-フェニル-2-ビリジル基、2-フェニル-4-ビリジル基、2-フリル基、3-フリル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-チアゾリル基、2-ベンゾオキサゾリル基、2-ベンゾチアゾリル基、2-ベンゾイミダゾリル基などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

【0022】一般式(1)で表される化合物において、さらに、Ar<sub>1</sub>とAr<sub>2</sub>、Ar<sub>3</sub>とAr<sub>4</sub>およびAr<sub>5</sub>とAr<sub>6</sub>は結合している窒素原子と共に含窒素複素環を形成していくてもよく、好ましくは、-NAr<sub>1</sub>Ar<sub>2</sub>、-NAr<sub>3</sub>Ar<sub>4</sub>および-NAr<sub>5</sub>Ar<sub>6</sub>は、置換または未置換の-N-カルバゾリル基、置換または未置換の-N-フェノキサジニイル基、あるいは置換または未置換の-N-フェノチアジニイル基を形成していくてもよく、好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハログン原子、炭素数1~10のアルキル基、炭素数1~10のアルコキシ基、あるいは炭素数6~10のアリール基で単置換または多置換されていてもよい-N-カルバゾリル基、-N-フェノキサジニイル基、あるいは-N-フェノチアジニイル基であり、より好ましくは、未置換、もしくは、置換基として、例えば、ハログン原子、炭素数1~4のアルキル基、炭素数1~4のアルコキシ基、あるいは炭素数6~10のアリール基で単置換あるいは多置換されていてもよい-N-カルバゾリル基、-N-フェノキサジニイル基、あるいは-N-フェノチアジニイル基であり、さらに好ましくは、未置換の-N-カルバゾリル基、未置換の-N-フェノキサジニイル基、あるいは未置換の-N-フェノチアジニイル基である。

【0023】-NAr<sub>1</sub>Ar<sub>2</sub>、-NAr<sub>3</sub>Ar<sub>4</sub>および-NAr<sub>5</sub>Ar<sub>6</sub>は含窒素複素環を形成していくてもよく、具体例としては、例えば、-N-カルバゾリル基、2-メチル-N-カルバゾリル基、3-メチル-N-カルバゾリル基、4-メチル-N-カルバゾリル基、3-n-ブチル-N-カルバゾリル基、3-n-ヘキシル-N-カルバゾリル基、3-n-オクチル-N-カルバゾリル基、3-n-デシル-N-カルバゾリル基、3, 6-ジメチル-N-カルバゾリル基、2-メトキシ-N-カルバゾリル基、3-メトキシ-N-カルバゾリル基、3-エトキシ-N-カルバゾリル基、3-イソプロポキシ-N-カルバゾリル基、3-n-ブトキシ-N-カルバゾリル基、3-n-オクチルオキシ-N-カルバゾリル基、3-n-デシルオキシ-N-カルバゾリル基、3-フェニル-N-カルバ

ゾリイル基、3-(4'-メチルフェニル)-N-カルバゾリイル基、3-(4'-tert-ブチルフェニル)-N-カルバゾリイル基、3-クロロ-N-カルバゾリイル基、-N-フェノキサジニイル基、-N-フェノチアジニイル基、2-メチル-N-フェノチアジニイル基などを挙げることができる。

【0024】本発明に係る一般式(1)で表される化合物の具体例としては、例えば、以下の化合物を挙げることができると、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### 例示化合物

##### 番号

1. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

2. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

3. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

4. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(4'-エチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

5. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(4'-tert-ブチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

6. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メチルフェニル)-N-(4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

7. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(2'-メチルフェニル)-N-(4'-シクロヘキシルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

8. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

9. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

10. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジ(4'-エチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

【0025】11. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジ(4'-tert-ブチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

12. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(2', 4'-ジメチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

13. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(3', 4'-ジメチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

14. 2, 3, 4-トリス[4'-(N, N-ジ(3', 5'-ジメチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

15. 2, 3-ビス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-4-[4'-(N', N'-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

16. 2, 3-ビス[4'-(N, N-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-4-[4'-(N', N'-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

10 17. 2, 3-ビス[4'-(N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-4-[4'-(N', N'-ジ(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

18. 2, 4-ビス[4'-(N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-3-[4'-(N', N'-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

20 19. 2, 4-ビス[4'-(N-フェニル-N-(3'-エチルフェニル)アミノ)フェニル]-3-[4'-(N'-フェニル-N'-((4'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

20 21. 3, 4-ビス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-2-[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

21 22. 2-[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-3-[4'-(N-フェニル-N-(4'-エチルフェニル)アミノ)フェニル]-4-[4'-(N'-フェニル-N'-((3'-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

22 23. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(4'-メトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

23 24. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(3'-メトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

24 25. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(4'-n-ブトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

25 26. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メチルフェニル)-N-(4'-n-ヘキシルオキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

26 27. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-メトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

27 28. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ブトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

28 29. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ヘキシルオキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

29 30. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ブトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

30 31. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ヘキシルオキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

31 32. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ブトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

32 33. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ヘキシルオキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

33 34. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-(3'-メトキシフェニル)-N-(4'-n-ブトキシフェニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

11

アミノ] フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 28. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(4"-エトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 29. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(3"-メトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 30. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(3", 4"-ジメトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 【0027】31. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(3"-メチル-5"-メトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 アミノ] フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 32. 2, 3-ビス[4'-[N, N-ジ(3", -メチルフェニル)アミノ]フェニル]-4-[4"-([N', N'-ジ(4"-メトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 33. 2, 4-ビス[4'-[N-フェニル-N-(3", -エトキシフェニル)アミノ]フェニル]-3-[4"-([N'-フェニル-N'-(3"-メチルフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 34. 3, 4-ビス[4'-([N, N-ジフェニルアミノ]フェニル]-2-[4"-([N'-フェニル-N'-(3"-エチル-5"-メトキシフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 35. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(4"-フルオロフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 36. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(3"-フルオロフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 37. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(3"-フルオロ-2"-メチルフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 38. 2, 3-ビス[4'-([N, N-ジフェニルアミノ]フェニル)-4-[4"-([N'-フェニル-N'-(3"-フルオロフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 39. 2, 4-ビス[4'-([N, N-ジ(4", -メトキシフェニル)アミノ]フェニル]-3-[4"-([N', N'-ジ(3"-フルオロフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 40. 2, 4-ビス[4'-[N-フェニル-N-(4"-メチルフェニル)アミノ]フェニル]-3-[4"-([N'-フェニル-N'-(3"-クロロフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 【0028】41. 3, 4-ビス[4'-([N, N-ジフェニルアミノ]フェニル)-2-[4"-([N'-フェニル-N'-(4"-フルオロフェニル)アミ

12

ノ] フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 42. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(4"-フェニルフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 43. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(4"-フェニルフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 44. 2, 4-ビス[4'-[N, N-ジ(4", -メチルフェニル)アミノ]フェニル]-3-[4"-([N'-フェニル-N'-(4"-フェニルフェニル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 10 45. 3, 4-ビス[4'-[N, N-ジ(3", -フェニルフェニル)アミノ]フェニル]-2-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 46. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 47. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(2"-ナフチル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 20 48. 2, 3, 4-トリス[4'-[N, N-ジ(1"-ナフチル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 49. 2, 3-ビス[4'-[N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノ]フェニル]-4-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 50. 3, 4-ビス[4'-[N, N-ジ(1"-ナフチル)アミノ]フェニル]-2-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 【0029】51. 3, 4-ビス[4'-[N, N-ジ(2"-ナフチル)アミノ]フェニル]-2-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 52. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(9"-アントリル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 40 53. 3, 4-ビス[4'-[N-(3"-メチルフェニル)-N-(9"-アントリル)アミノ]フェニル]-2-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 54. 2, 3, 4-トリス[4'-[N-フェニル-N-(9"-フェナントリル)アミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 55. 3, 4-ビス[4'-[N, N-ジ(9"-フェナントリル)アミノ]フェニル]-2-[4"-([N', N'-ジフェニルアミノ]フェニル]-5-フェニルチオフェン  
 50

13

56. 3, 4-ビス[4'-(N-(4"-メチルフェニル)-N-(9", 9"-フェナントリル)アミノ)フェニル]-2-[4"-(N', N'-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

57. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(9", 9"-ジメチル-2"-フルオレニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

58. 3, 4-ビス[4'-(N, N-ジ(9''', 9''"-ジメチル-2'''-フルオレニル)アミノ)フェニル]-2-[4"-(N', N'-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

59. 3, 4-ビス[4'-(N-フェニル-N-(9", 9"-ジメチル-2"-フルオレニル)アミノ)フェニル]-2-[4"-(N'-フェニル-N'-(1"-ナフチル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

60. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(2"-ベンゾチアゾリル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

【0030】61. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェニル-N-(2"-チエニル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

62. 3, 4-ビス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-2-[4"-(N'-フェニル-N'-(4"-ピリジル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

63. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-フェノキサジニイル)フェニル]-5-フェニルチオフェン

64. 2, 3, 4-トリス[4'-(N-カルバゾリル)フェニル]-5-フェニルチオフェン

65. 2, 3-ビス[4'-(N-フェノチアジニイル)フェニル]-4-[4"-(N'-フェニル-N'-(1"-ナフチル)アミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

66. 3, 4-ビス[4'-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]-2-[4"-(N'-カルバゾリル)フェニル]-5-フェニルチオフェン

67. 3, 4-ビス[4'-(N-フェニル-N-(1"-ナフチル)アミノ)フェニル]-2-[4"-(N'-カルバゾリル)フェニル]-5-フェニルチオフェン

68. 3, 4-ビス[4'-(N-カルバゾリル)フェニル]-2-[4"-(N'-フェニル-N'-(3"-メチルフェニル)フェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン

【0031】本発明に係る一般式(1)で表される化合物は、其自体公知の方法により製造することができる。

すなわち、例えば、一般式(2)で表される化合物と、一般式(3)～一般式(8)で表される化合物を、銅化物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させることにより製造することができる。

10

20

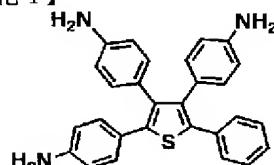
30

14

マン反応)させることにより製造することができる。

## 【0032】

## 【化4】



(2)

 $\text{Ar}_1-\text{X}_1$ 

(3)

 $\text{Ar}_2-\text{X}_2$ 

(4)

 $\text{Ar}_3-\text{X}_3$ 

(5)

 $\text{Ar}_4-\text{X}_4$ 

(6)

 $\text{Ar}_5-\text{X}_5$ 

(7)

 $\text{Ar}_6-\text{X}_6$ 

(8)

〔上式中、 $\text{X}_1 \sim \text{X}_6$ はハロゲン原子を表し、 $\text{Ar}_1 \sim \text{Ar}_6$ は一般式(1)と同じ意味を表す〕

【0033】また、例えば、一般式(9)で表される化合物と、一般式(10)～一般式(12)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させることにより製造することができる。

## 【0034】

## 【化5】

40

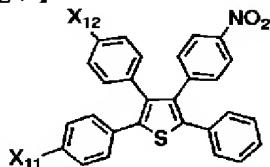
50

16

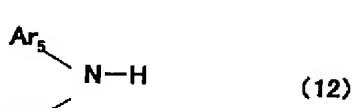
る化合物と、一般式(10)で表される化合物、および一般式(11)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させた後、ニトロ基を還元し、一般式(16)で表される化合物とした後、一般式(7)で表される化合物、および一般式(8)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させることにより製造することができる。

【0038】

【化7】



(15)

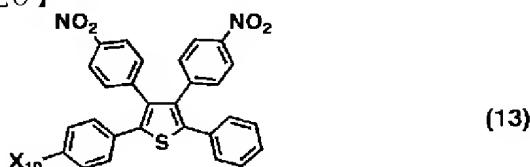


[上式中、X<sub>7</sub>～X<sub>9</sub>はハロゲン原子を表し、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>6</sub>は一般式(1)と同じ意味を表す]

【0039】また、例えば、一般式(13)で表される化合物と、一般式(10)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させた後、ニトロ基を還元し、一般式(14)で表される化合物とした後、一般式(5)～一般式(8)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させることにより製造することができる。

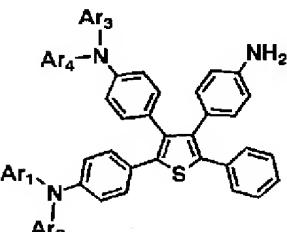
【0036】

【化6】



10

20



(16)

[上式中、X<sub>11</sub>およびX<sub>12</sub>はハロゲン原子を表し、Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>4</sub>は一般式(1)と同じ意味を表す]

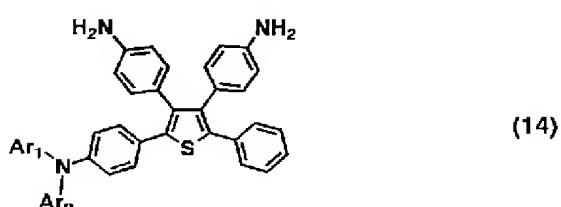
【0039】さらに、例えば、一般式(17)で表される化合物と、一般式(10)で表される化合物、および一般式(12)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させた後、ニトロ基を還元し、一般式(18)で表される化合物とした後、一般式(5)で表される化合物、および一般式(6)で表される化合物を、銅化合物(例えば、金属銅、塩化銅)の存在下で反応(ウルマン反応)させることにより製造することができる。

【0040】

【化8】

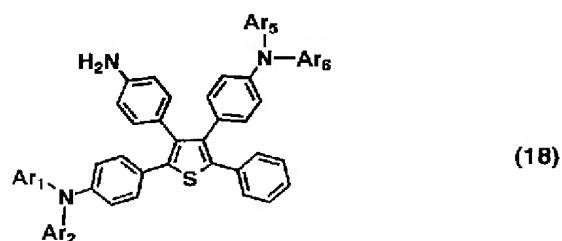
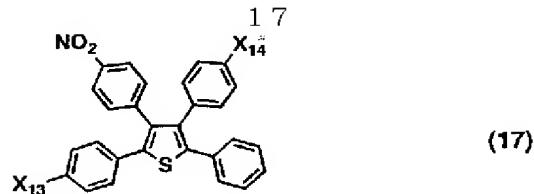
40

(14)



[上式中、X<sub>10</sub>はハロゲン原子を表し、Ar<sub>1</sub>およびAr<sub>2</sub>は一般式(1)と同じ意味を表す]

【0037】さらに、例えば、一般式(15)で表され 50



[上式中、X<sub>13</sub>およびX<sub>14</sub>はハロゲン原子を表し、Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>、Ar<sub>5</sub>およびAr<sub>6</sub>は一般式(1)と同じ意味を表す]

【0041】上式中、X<sub>1</sub>～X<sub>14</sub>はハロゲン原子を表し、好ましくは、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子を表し、より好ましくは、臭素原子またはヨウ素原子を表す。

【0042】有機電界発光素子は、通常、一対の電極間に、少なくとも1種の発光成分を含有する発光層を少なくとも一層挟持してなるものである。発光層に使用する化合物の正孔注入および正孔輸送、電子注入および電子輸送の各機能レベルを考慮し、所望に応じて、正孔注入輸送成分を含有する正孔注入輸送層および/または電子注入輸送成分を含有する電子注入輸送層を設けることができる。例えば、発光層に使用する化合物の正孔注入機能、正孔輸送機能および/または電子注入機能、電子輸送機能が良好な場合には、発光層が正孔注入輸送層および/または電子注入輸送層を兼ねた型の素子の構成とすることができる。勿論、場合によっては、正孔注入輸送層および電子注入輸送層の両方の層を設けない型の素子

(一層型の素子)の構成とすることもできる。また、正孔注入輸送層、電子注入輸送層および発光層のそれぞれの層は、一層構造であっても多層構造であってもよく、正孔注入輸送層および電子注入輸送層は、それぞれの層において、注入機能を有する層と輸送機能を有する層を別々に設けて構成することもできる。

【0043】本発明の有機電界発光素子において、一般式(1)で表される化合物は、正孔注入輸送成分および/または発光成分に用いることが好ましく、正孔注入輸送成分に用いることがより好ましい。本発明の有機電界発光素子においては、一般式(1)で表される化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0044】本発明の有機電界発光素子の構成としては、特に限定するものではなく、例えば、(A)陽極/正孔注入輸送層/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子

(図1)、(B)陽極/正孔注入輸送層/発光層/陰極型素子(図2)、(C)陽極/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子(図3)、(D)陽極/発光層/陰極型素子(図4)などを挙げることができる。さらには、発光層を電子注入輸送層で挟み込んだ型の素子である(E)陽極/正孔注入輸送層/電子注入輸送層/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子(図5)とすることもできる。

(D)型の素子構成としては、発光成分を一層形態で一対の電極間に挟持させた型の素子は勿論であるが、さらには、例えば、(F)正孔注入輸送成分、発光成分および電子注入輸送成分を混合させた一層形態で一対の電極間に挟持させた型の素子(図6)、(G)正孔注入輸送成分および発光成分を混合させた一層形態で一対の電極間に挟持させた型の素子(図7)、(H)発光成分および電子注入輸送成分を混合させた一層形態で一対の電極間に挟持させた型の素子(図8)がある。

【0045】本発明の有機電界発光素子は、これらの素子構成に限るものではなく、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層を複数層設けたりすることができる。また、それぞれの型の素子において、正孔注入輸送層と発光層との間に、正孔注入輸送成分と発光成分の混合層および/または発光層と電子注入輸送層との間に、発光成分と電子注入輸送成分の混合層を設けることもできる。より好ましい有機電界発光素子の構成は、(A)型素子、(B)型素子、(E)型素子、(F)型素子または(G)型素子であり、さらに好ましくは、(A)型素子、(B)型素子または(G)型素子である。

【0046】本発明の有機電界発光素子としては、例えば、(図1)に示す(A)陽極/正孔注入輸送層/発光層/電子注入輸送層/陰極型素子について説明する。

(図1)において、1は基板、2は陽極、3は正孔注入輸送層、4は発光層、5は電子注入輸送層、6は陰極、7は電源を示す。

【0047】本発明の有機電界発光素子は、基板1に支えられていることが好ましく、基板としては、特に限定するものではないが、透明ないし半透明であることが好ましく、例えば、ガラス板、透明プラスチックシート(例えば、ポリエチル、ポリカーボネート、ポリスルファン、ポリメチルメタクリレート、ポリプロピレン、ポリエチレンなどのシート)、半透明プラスチックシート、石英、透明セラミックスあるいはこれらを組み合せた複合シートからなるものを挙げることができる。さらに、基板に、例えば、カラーフィルター膜、色変換膜、誘電体反射膜を組み合わせて、発光色をコントロールすることもできる。

【0048】陽極2としては、比較的仕事関数の大きい金属、合金または電気導性化合物を電極物質として使用することが好ましい。陽極に使用する電極物質としては、例えば、金、白金、銀、銅、コバルト、ニッケル、

パラジウム、バナジウム、タングステン、酸化錫、酸化亜鉛、ITO(インジウム・ティン・オキサイド)、ポリチオフェン、ポリピロールなどを挙げることができる。これらの電極物質は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。陽極は、これらの電極物質を、例えば、蒸着法、スパッタリング法等の方法により、基板の上に形成することができる。また、陽極は一層構造であってもよく、あるいは多層構造であってもよい。陽極のシート電気抵抗は、好ましくは、数百Ω/□以下、より好ましくは、5~50Ω/□程度に設定する。陽極の厚みは、使用する電極物質の材料にもよるが、一般に、5~1000nm程度、より好ましくは、10~500nm程度に設定する。

【0049】正孔注入輸送層3は、陽極からの正孔(ホール)の注入を容易にする機能、および注入された正孔を輸送する機能を有する化合物を含有する層である。正孔注入輸送層は、一般式(1)で表される化合物および/または他の正孔注入輸送機能を有する化合物(例えば、フタロシアニン誘導体、トリアリールメタン誘導体、トリアリールアミン誘導体、オキサゾール誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体など)を少なくとも1種用いて形成することができる。尚、正孔注入輸送機能を有する化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。本発明の有機電界発光素子においては、正孔注入輸送層に一般式(1)で表される化合物を含有していることが好ましい。

【0050】本発明において用いる他の正孔注入輸送機能を有する化合物としては、トリアリールアミン誘導体(例えば、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(4'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メトキシフェニル)アミノ]ビフェニル、4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(1'-ナフチル)アミノ]ビフェニル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ビス[N-フェニル-N-(3'-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル、1, 1-ビス[4'-[N, N-ジ(4'-メチルフェニル)アミノ]フェニル]シクロヘキサン、9, 10-ビス[N-(4'-メチルフェニル)-N-(4'-n-ブチルフェニル)アミノ]フェナントレン、3, 8-ビス(N, N-ジフェニルアミノ)-6-フェニルフェナントリジン、4-メチル-N, N-ビス[4", 4"]'ビス[N', N'-ジ(4-メチルフェニル)アミノ]ビフェニル-4-イル]アニリン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニル-1, 3-ジアミノベンゼン、N, N'-ビス[4-(ジフェニルアミノ)フェニル]-N, N'-ジフェニルアミノ]フェニル-1, 4-ジアミノベンゼン、5, 5"-ビス[4-(ビス[4-メチルフェニル]アミノ)フェニル]-2, 2': 5', 2"-ターチオフェン、1, 3, 5-トリス(ジフェニルアミノ)ベンゼン、4, 4', 4"-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン、4, 4', 4"-トリス[N-(3'-メチルフェニル)アミノ]トリフェニルアミン、4, 4', 4"-トリス[N, N-ビス(4"-tert-ブチルフェニル)-4"-イル]アミノ]トリフェニルアミン、1, 3, 5-トリス[N-(4'-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼンなど)、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ-N-ビニルカルバゾール誘導体がより好ましい。

【0051】一般式(1)で表される化合物と他の正孔注入輸送機能を有する化合物を併用する場合、正孔注入輸送層中に占める一般式(1)で表される化合物の割合は、好ましくは、0.1重量%以上、より好ましくは、0.1~9.9重量%程度、さらに好ましくは、1~9.9重量%程度、特に好ましくは、5~9.5重量%程度に調製する。

【0052】発光層4は、正孔および電子の注入機能、それらの輸送機能、正孔と電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する化合物を含有する層である。発光層は、一般式(1)で表される化合物および/または他の発光機能を有する化合物(例えば、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、多環芳香族化合物(例えば、ルブレン、アントラゼン、テトラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、デカシクレン、コロネン、テトラフェニルシクロペンタジエン、ペンタフェニルシクロペンタジエン、9, 10-ジフェニルアントラゼン、9, 10-ビス(フェニルエチニル)アントラゼン、1, 4-ビス(9'-エチニルアントラセニル)ベンゼン、4, 4'-ビス(9'-エチニルアントラセニル)ビフェニル]、トリアリールアミン誘導体(例えば、正孔注入輸送機能を有する化合物として前述した化合物を挙げることができる)、有機金属錯体(例えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ビス(10-ベンゾ[h]キノリノラート)ベリリウム、2-(2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾールの亜鉛塩、2-(2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾールの亜鉛塩、4-ヒドロキシアクリジンの亜鉛塩、3-ヒドロキシフラボンの亜鉛塩、5-ヒドロキシフラボンのベリリウム塩、5-ヒドロキシフラボンのアルミニウム塩)、スチルベン誘導体(例えば、1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン、4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニル、4, 4'-ビス[(1, 1, 2-トリフェニル)エテニル]ビフェニル])、

【0053】クマリン誘導体(例えば、クマリン1、ク

21

マリン6、クマリン7、クマリン30、クマリン10  
6、クマリン138、クマリン151、クマリン15  
2、クマリン153、クマリン307、クマリン31  
1、クマリン314、クマリン334、クマリン33  
8、クマリン343、クマリン500]、ピラン誘導体  
〔例えば、DCM1、DCM2〕、オキサゾン誘導体  
〔例えば、ナイルレッド〕、ベンゾチアゾール誘導体、  
ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導  
体、ピラジン誘導体、ケイ皮酸エステル誘導体、ポリ  
N-ビニルカルバゾールおよびその誘導体、ポリチオフ  
エンおよびその誘導体、ポリフェニレンおよびその誘導  
体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリフェニレン  
ビニレンおよびその誘導体、ポリビフェニレンビニレン  
およびその誘導体、ポリターフェニレンビニレンおよび  
その誘導体、ポリナフチレンビニレンおよびその誘導  
体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体など)を、少  
なくとも1種用いて形成することができる。

【0054】本発明の有機電界発光素子においては、発  
光層に一般式(1)で表される化合物を含有しているこ  
とが好ましい。一般式(1)で表される化合物と他の発  
光機能を有する化合物を併用する場合、発光層中に占める  
一般式(1)で表される化合物の割合は、好ましくは、0.001~99.99重量%程度に調製する。

【0055】本発明において用いる他の発光機能を有する  
化合物としては、多環芳香族化合物、発光性有機金属  
錯体がより好ましい。例えば、J. Appl. Phys., 65, 36  
10 (1989)、特開平5-214332号公報に記載のよ  
うに、発光層をホスト化合物とゲスト化合物(ドーパン  
ト)とより構成することもできる。一般式(1)で表さ  
れる化合物を、ホスト化合物として発光層を形成す  
ることができ、さらにはゲスト化合物として発光層を形成す  
ることもできる。一般式(1)で表される化合物を、ホ  
スト化合物として発光層を形成する場合、ゲスト化合物  
としては、例えば、前記の他の発光機能を有する化合物  
を挙げることができ、中でも多環芳香族化合物は好ま  
しい。この場合、一般式(1)で表される化合物に対し  
て、他の発光機能を有する化合物を、好ましくは、0.  
001~40重量%程度、より好ましくは、0.01~30重量%程度、さらに好ましくは、0.1~20重量%程度使用する。

【0056】一般式(1)で表される化合物と併用する  
多環芳香族化合物としては、特に限定するものではない  
が、例えば、ルブレン、アントラセン、テトラセン、ピ  
レン、ペリレン、クリセン、デカシクレン、コロネン、  
テトラフェニルシクロペンタジエン、ペンタフェニルシ  
クロペンタジエン、9,10-ジフェニルアントラセン、9,  
10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、1,4-ビス  
(9'-エチニルアントラセニル)ベンゼン、4,4'-ビ  
ス(9"-エチニルアントラセニル)ビフェニルなどを挙げ  
ることができる。勿論、多環

22

芳香族化合物は単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0057】一般式(1)で表される化合物を、ゲスト  
化合物として用いて発光層を形成する場合、ホスト化合物  
としては、発光性有機金属錯体が好ましい。この場  
合、発光性有機金属錯体に対して、一般式(1)で表さ  
れる化合物を、好ましくは、0.001~40重量%程度、より好ましくは、0.01~30重量%程度、さら  
に好ましくは、0.1~20重量%程度使用する。

10 【0058】一般式(1)で表される化合物と併用する  
発光性有機金属錯体としては、特に限定するものではな  
いが、発光性有機アルミニウム錯体が好ましく、置換または未置換の8-キノリノラート配位子を有する発光性  
有機アルミニウム錯体がより好ましい。好ましい発光性  
有機金属錯体としては、例えば、一般式(a)~一般式  
(c)で表される発光性有機アルミニウム錯体を挙げる  
ことができる。

【0059】

(Q)<sub>3</sub>-A1

(a)

20 (式中、Qは置換または未置換の8-キノリノラート配  
位子を表す)

(Q)<sub>2</sub>-A1-O-L

(b)

(式中、Qは置換8-キノリノラート配位子を表し、O  
-Lはフェノラート配位子であり、Lはフェニル部分を  
含む炭素数6~24の炭化水素基を表す)

(Q)<sub>2</sub>-A1-O-A1-(Q)<sub>2</sub>

(c)

(式中、Qは置換8-キノリノラート配位子を表す)

30 【0060】発光性有機金属錯体の具体例としては、例  
えば、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム、ト  
リス(4-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ト  
リス(5-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ト  
リス(3,4-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ト  
リス(4,5-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、ト  
リス(4,6-ジメチル-8-キノリノラート)アルミニウム、

【0061】ビス(2-メチル-8-キノリノラート)  
(フェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8  
-キノリノラート)(2-メチルフェノラート)アルミニ  
ウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(3-メチ  
ルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キ  
ノリノラート)(4-メチルフェノラート)アルミニ  
ウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2-  
メチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチ  
ル-8-キノリノラート)(4-メチルフェノラート)アルミニ  
ウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,  
3-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-  
メチル-8-キノリノラート)(2,6-ジメチルフェ  
ノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノ

40 リス(2-メチル-8-キノリノラート)(4-メチルフェノラート)  
アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラ  
ト)(2-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビ  
ス(2-メチル-8-キノリノラート)(3-フェニルフェ  
ノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キ  
ノリノラート)(4-フェニルフェノラート)アルミニ  
ウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2,  
3-ジメチルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-  
メチル-8-キノリノラート)(2,6-ジメチルフェ  
ノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノ

23

リノラート) (3, 4-ジメチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (3, 5-ジメチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (2, 6-ジフェニルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (2, 4, 6-トリフェニルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (2, 4, 6-トリメチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (2, 4, 5, 6-テトラメチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (1-ナフトラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリノラート) (2-ナフトラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) (2-フェニルフェノラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) (3-フェニルフェノラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) (4-フェニルフェノラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) (3, 5-ジメチルフェノラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) (3, 5-ジ-tert-ブチルフェノラート) アルミニウム、

【0062】ビス(2-メチル-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2-メチル-8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2, 4-ジメチル-8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート) アルミニウム- $\mu$ -オキソービス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラート) アルミニウムなどを挙げることができる。勿論、発光性有機金属錯体は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0063】電子注入輸送層5は、陰極からの電子の注入を容易にする機能、そして注入された電子を輸送する機能を有する化合物を含有する層である。電子注入輸送層に使用される電子注入輸送機能を有する化合物としては、例えば、有機金属錯体〔例えば、トリス(8-キノリノラート) アルミニウム、ビス(10-ベンゾ[h]キ

24

ノリノラート) ベリリウム、5-ヒドロキシフラボンのベリリウム塩、5-ヒドロキシフラボンのアルミニウム塩〕、オキサジアゾール誘導体〔例えば、1, 3-ビス[5'-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2'-イル]ベンゼン〕、トリアゾール誘導体〔例えば、3-(4'-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4"-ビフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール〕、トリアジン誘導体、ペリレン誘導体、キノリン誘導体、キノキサン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体などを挙げができる。尚、電子注入輸送機能を有する化合物は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0064】陰極6としては、比較的仕事関数の小さい金属、合金または電気電導性化合物を電極物質として使用することが好ましい。陰極に使用する電極物質としては、例えば、リチウム、リチウム-インジウム合金、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、カルシウム、マグネシウム、マグネシウム-銀合金、マグネシウム-インジウム合金、インジウム、ルテニウム、チタニウム、マンガン、イットリウム、アルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-カルシウム合金、アルミニウム-マグネシウム合金、グラファイト薄膜等を挙げができる。これらの電極物質は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。陰極は、これらの電極物質を、例えば、蒸着法、スペッタリング法、イオン化蒸着法、イオンプレーティング法、クラスターイオンビーム法等の方法により、電子注入輸送層の上に形成することができる。また、陰極は一層構造であってもよく、あるいは多層構造であってもよい。尚、陰極のシート電気抵抗は、数百Ω/□以下に設定するのが好ましい。陰極の厚みは、使用する電極物質の材料にもよるが、一般に、5~100nm程度、より好ましくは、10~500nm程度に設定する。尚、有機電界発光素子の発光を効率よく取り出すために、陽極または陰極の少なくとも一方の電極が、透明ないし半透明であることが好ましく、一般に、発光光の透過率が70%以上となるように陽極の材料、厚みを設定することがより好ましい。

【0065】また、本発明の有機電界発光素子においては、その少なくとも一層中に、一重項酸素クエンチャーガ含有されていてもよい。一重項酸素クエンチャーとしては、特に限定するものではなく、例えば、ルブレン、ニッケル錯体、ジフェニルイソベンゾフランなどが挙げられ、特に好ましくは、ルブレンである。一重項酸素クエンチャーが含有されている層としては、特に限定するものではないが、好ましくは、発光層または正孔注入輸送層であり、より好ましくは、正孔注入輸送層である。尚、例えば、正孔注入輸送層に一重項酸素クエンチャーを含有させる場合、正孔注入輸送層中に均一に含有させ

てもよく、正孔注入輸送層と隣接する層（例えば、発光層、発光機能を有する電子注入輸送層）の近傍に含有させてもよい。一重項酸素クエンチャーの含有量としては、含有される層（例えば、正孔注入輸送層）を構成する全重量の0.01～50重量%、好ましくは、0.05～30重量%、より好ましくは、0.1～20重量%である。

【0066】正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の形成方法に関しては、特に限定するものではなく、例えば、真空蒸着法、イオン化蒸着法、溶液塗布法（例えば、スピンドル法、キャスト法、ディップコート法、バーコート法、ロールコート法、ラングミュア・プロゼット法、インクジェット法など）により薄膜を形成することにより作製することができる。真空蒸着法により、各層を形成する場合、真空蒸着の条件は、特に限定するものではないが、 $10^{-5}$ Torr程度以下の真空下で、50～600°C程度のポート温度（蒸着源温度）、-50～300°C程度の基板温度で、0.005～50nm/sec程度の蒸着速度で実施することが好ましい。この場合、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層は、真空下で、連続して形成することにより、諸特性に一層優れた有機電界発光素子を製造することができる。真空蒸着法により、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の各層を、複数の化合物を用いて形成する場合、化合物を入れた各ポートを個別に温度制御して、共蒸着することが好ましい。

【0067】溶液塗布法により、各層を形成する場合、各層を形成する成分あるいはその成分とバインダー樹脂等を、溶媒に溶解、または分散させて塗布液とする。正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の各層に使用するバインダー樹脂としては、例えば、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリアリレート、ポリスチレン、ポリエステル、ポリシロキサン、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリエチレンエーテル、ポリプロピレンエーテル、ポリフェニレンオキサイド、ポリエーテルスルファン、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体等の高分子化合物が挙げられる。バインダー樹脂は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0068】溶液塗布法により、各層を形成する場合、各層を形成する成分あるいはその成分とバインダー樹脂等を、適当な有機溶媒（例えば、ヘキサン、オクタン、デカン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、1-メチルナフタレン等の炭化水素系溶媒、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサン等のケトン系溶媒、例えば、ジクロロメ

タン、クロロホルム、テトラクロロメタン、ジクロロエタン、トリクロロエタン、テトラクロロエタン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、クロロトルエン等のハログン化炭化水素系溶媒、例えば、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸アミル等のエステル系溶媒、例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、ペンタノール、ヘキサノール、シクロヘキサンノール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、エチレングリコール等のアルコール系溶媒、例えば、ジブチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン、アニソール等のエーテル系溶媒、例えば、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、1-メチル-2-ピロリドン、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン、ジメチルスルフォキサイド等の極性溶媒）および/または水に溶解、または分散させて塗布液とし、各種の塗布法により、薄膜を形成することができる。

【0069】尚、分散する方法としては、特に限定するものではないが、例えば、ボールミル、サンドミル、ペイントシェーカー、アトライター、ホモジナイザー等を用いて微粒子状に分散することができる。塗布液の濃度に関しては、特に限定するものではなく、実施する塗布法により、所望の厚みを作製するに適した濃度範囲に設定することができ、一般には、0.1～50重量%程度、好ましくは、1～30重量%程度の溶液濃度である。尚、バインダー樹脂を使用する場合、その使用量に関しては、特に限定するものではないが、一般には、各層を形成する成分に対して（一層型の素子を形成する場合には、各成分の総量に対して）、5～99.9重量%程度、好ましくは、10～99重量%程度、より好ましくは、15～90重量%程度に設定する。

【0070】正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層の膜厚に関しては、特に限定するものではないが、一般に、5nm～5μm程度に設定することが好ましい。尚、作製した素子に対し、酸素や水分等との接触を防止する目的で、保護層（封止層）を設けたり、また素子を、例えば、パラフィン、流動パラフィン、シリコンオイル、フルオロカーボン油、ゼオライト含有フルオロカーボン油などの不活性物質中に封入して保護することができる。

【0071】保護層に使用する材料としては、例えば、有機高分子材料（例えば、フッ素化樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、エポキシシリコーン樹脂、ポリスチレン、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリパラキシレン、ポリエチレン、ポリフェニレンオキサイド）、無機材料（例えば、ダイヤモンド薄膜、アモルファスシリカ、電気絶縁性ガラス、金属酸化物、金属窒化物、金属炭素化物、金属硫化物）、さらには光硬化性樹脂などを挙げることができ、保護層に使用する材料は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。保護層

は、一層構造であってもよく、また多層構造であってもよい。

【0072】また、電極に保護膜として、例えば、金属酸化膜（例えば、酸化アルミニウム膜）、金属フッ化膜を設けることもできる。また、例えば、陽極の表面に、例えば、有機リン化合物、ポリシラン、芳香族アミン誘導体、フタロシアニン誘導体（例えば、銅フタロシアニン）、カーボンから成る界面層（中間層）を設けることもできる。さらに、電極、例えば、陽極はその表面を、例えば、酸、アンモニア／過酸化水素、あるいはプラズマで処理して使用することもできる。

【0073】本発明の有機電界発光素子は、一般に、直流駆動型の素子として使用されるが、パルス駆動型または交流駆動型の素子としても使用することができる。

尚、印加電圧は、一般に、2～30V程度である。本発明の有機電界発光素子は、例えば、パネル型光源、各種の発光素子、各種の表示素子、各種の標識、各種のセンサーなどに使用することができる。

#### 【0074】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、勿論、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### 【0075】実施例1

厚さ200nmのITO透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV／オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を $3 \times 10^{-6}$ Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、2, 3, 4-トリス[4'-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル]-5-フェニルチオフェン（例示化合物番号1の化合物）を、蒸着速度0.2nm/secで75nmの厚さに蒸着し、正孔注入輸送層とした。次いで、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを、蒸着速度0.2nm/secで50nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ねた発光層とした。さらにその上に、陰極として、マグネシウムと銀を蒸着速度0.2nm/secで200nmの厚さに共蒸着（重量比10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、50°C、乾燥雰囲気下、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.5V、

輝度520cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は670時間であった。

#### 【0076】実施例2～22

実施例1において、正孔注入輸送層の形成に際して、例示化合物番号1の化合物を使用する代わりに、例示化合物番号4の化合物（実施例2）、例示化合物番号9の化合物（実施例3）、例示化合物番号13の化合物（実施例4）、例示化合物番号15の化合物（実施例5）、例示化合物番号18の化合物（実施例6）、例示化合物番号20の化合物（実施例7）、例示化合物番号24の化合物（実施例8）、例示化合物番号32の化合物（実施例9）、例示化合物番号34の化合物（実施例10）、例示化合物番号38の化合物（実施例11）、例示化合物番号41の化合物（実施例12）、例示化合物番号42の化合物（実施例13）、例示化合物番号45の化合物（実施例14）、例示化合物番号46の化合物（実施例15）、例示化合物番号50の化合物（実施例16）、例示化合物番号52の化合物（実施例17）、例示化合物番号55の化合物（実施例18）、例示化合物番号57の化合物（実施例19）、例示化合物番号58の化合物（実施例20）、例示化合物番号64の化合物（実施例21）、例示化合物番号66の化合物（実施例22）を使用した以外は、実施例1に記載の方法により有機電界発光素子を作製した。各素子からは緑色の発光が確認された。さらにその特性を調べ、結果を（第1表）に示した。

#### 【0077】比較例1～3

実施例1において、正孔注入輸送層の形成に際して、例示化合物番号1の化合物を使用する代わりに、2, 3, 5-トリス[4'-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル]-4-フェニルチオフェン（比較例1）、2, 3, 5-トリス[4'-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル]-4-フェニルチオフェン（比較例2）、3-[4'-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル]-2, 5-ビス[4'-(N'-フェニル-N''-(3',-メチルフェニル)アミノ)フェニル]-4-フェニルチオフェン（比較例3）を使用した以外は、実施例1に記載の方法により有機電界発光素子を作製した。各素子からは緑色の発光が確認された。さらにその特性を調べ、結果を第1表に示した。

#### 【0078】

#### 【表1】

第1表

有機電界 発光素子	初期特性		半減期 (hr)
	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	
実施例 2	540	6.7	660
実施例 3	550	6.8	650
実施例 4	560	6.6	660
実施例 5	560	6.8	650
実施例 6	540	6.7	670
実施例 7	570	6.8	660
実施例 8	560	6.4	630
実施例 9	540	6.5	650
実施例 10	550	6.5	680
実施例 11	570	6.7	640
実施例 12	580	6.8	650
実施例 13	590	6.6	680
実施例 14	570	6.8	670
実施例 15	560	6.7	620
実施例 16	580	6.8	660
実施例 17	560	6.4	630
実施例 18	570	6.5	650

【0079】

\* \* 【表2】

第1表(続き)

有機電界 発光素子	初期特性		半減期 (hr)
	輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	電圧 (V)	
実施例 19	580	6.7	640
実施例 20	560	6.8	650
実施例 21	590	6.6	660
実施例 22	560	6.8	650
比較例 1	470	6.4	510
比較例 2	450	6.5	520
比較例 3	470	6.5	510

【0080】実施例23

厚さ200nmのITO透明電極(陽極)を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さ

らにUV／オゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を3×10<sup>-6</sup>Torrに減圧した。まづ、ITO透明電極上に、ポリ(チオフェン-2, 5-ジイル)を蒸着速度0.1 nm/secで、20nmの厚

31

さに蒸着し、第一正孔注入輸送層とした。次いで、例示化合物番号3の化合物を、蒸着速度0.2 nm/secで55 nmの厚さに蒸着し、第二正孔注入輸送層とした。次いで、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを、蒸着速度0.2 nm/secで50 nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ねた発光層とした。さらにその上に、マグネシウムと銀を蒸着速度0.2 nm/secで200 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.5 V、輝度700 cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は1350時間であった。

## 【0081】実施例24

厚さ200 nmのITO透明電極(陽極)を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/Oゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を3×10<sup>-6</sup> Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、4, 4', 4" -トリス[N-(3"-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミンを蒸着速度0.1 nm/secで、50 nmの厚さに蒸着し、第一正孔注入輸送層とした。次いで、例示化合物番号21の化合物とルブレンを、異なる蒸発源から、蒸着速度0.2 nm/secで20 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)し、第二正孔注入輸送層を兼ねた発光層とした。次いで、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを蒸着速度0.2 nm/secで50 nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層とした。さらにその上に、マグネシウムと銀を蒸着速度0.2 nm/secで200 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.1 V、輝度680 cd/m<sup>2</sup>の黄色の発光が確認された。輝度の半減期は1280時間であった。

## 【0082】実施例25

厚さ200 nmのITO透明電極(陽極)を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/Oゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を3×10<sup>-6</sup> Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、ポリ(チオフェン-2, 5-ジイル)を蒸着速度0.1 nm/secで、20 nmの厚さに蒸着し、第一正孔注入輸送層とした。蒸着槽を大気圧下に戻した後、再び蒸着槽を3×10<sup>-6</sup> Torrに減圧した。次いで、例示化合物番号44の化合物とデカシクレ

32

ンを、異なる蒸発源から、蒸着速度0.2 nm/secで55 nmの厚さに共蒸着(重量比10:0.5)し、第二正孔注入輸送層を兼ねた発光層とした。減圧状態を保ったまま、次いで、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを蒸着速度0.2 nm/secで50 nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層とした。減圧状態を保ったまま、さらにその上に、マグネシウムと銀を、蒸着速度0.2 nm/secで200 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.3 V、輝度660 cd/m<sup>2</sup>の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は1430時間であった。

## 【0083】実施例26

厚さ200 nmのITO透明電極(陽極)を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/Oゾン洗浄した後、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を3×10<sup>-6</sup> Torrに減圧した。まず、ITO透明電極上に、例示化合物番号48の化合物を蒸着速度0.1 nm/secで、20 nmの厚さに蒸着し、第一正孔注入輸送層とした。次いで、例示化合物番号68の化合物とルブレンを、異なる蒸発源から、蒸着速度0.2 nm/secで55 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)し、第二正孔注入輸送層を兼ねた発光層とした。さらに、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを蒸着速度0.2 nm/secで50 nmの厚さに蒸着し、電子注入輸送層とした。さらにその上に、マグネシウムと銀を、蒸着速度0.2 nm/secで200 nmの厚さに共蒸着(重量比10:1)して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。尚、蒸着は、蒸着槽の減圧状態を保ったまま実施した。作製した有機電界発光素子に直流電圧を印加し、乾燥雰囲気下、10 mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で連続駆動させた。初期には、6.2 V、輝度700 cd/m<sup>2</sup>の黄色の発光が確認された。輝度の半減期は1650時間であった。

## 【0084】実施例27

厚さ200 nmのITO透明電極(陽極)を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらにUV/Oゾン洗浄した。次に、ITO透明電極上に、ポリカーボネート(重量平均分子量50000)、と例示化合物番号5の化合物を、重量比100:50の割合で含有する3重量%ジクロロエタン溶液を用いて、ディップコート法により、40 nmの正孔注入輸送層とした。次に、この正孔注入輸送層を有するガラス基板を、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を3×10<sup>-6</sup> Torrに減圧した。次いで、その上に、トリス(8-キノリノラート)アルミニウムを、蒸着速度0.

33

2 nm/sec で 50 nm の厚さに蒸着し、電子注入輸送層を兼ねた発光層とした。さらに、発光層の上に、マグネシウムと銀を蒸着速度 0.2 nm/sec で 200 nm の厚さに共蒸着（重量比 10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に、乾燥雰囲気下、10 V の直流電圧を印加したところ、95 mA/cm<sup>2</sup> の電流が流れた。輝度 1350 cd/m<sup>2</sup> の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は 320 時間であった。

## 【0085】実施例 28

厚さ 200 nm の ITO 透明電極（陽極）を有するガラス基板を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄した。その基板を窒素ガスを用いて乾燥し、さらに UV/O<sub>3</sub> 洗浄した。次に、ITO 透明電極上に、ポリメチルメタクリレート（重量平均分子量 25000）、例示化合物番号 26 の化合物、トリス（8-キノリノラート）アルミニウムを、それぞれ重量比 10:50:0.5 の割合で含有する 3 重量% ジクロロエタン溶液を用いて、ディップコート法により、100 nm の発光層を形成した。次に、この発光層を有するガラス基板を、蒸着装置の基板ホルダーに固定した後、蒸着槽を  $3 \times 10^{-6}$  Torr に減圧した。さらに、発光層の上に、マグネシウムと銀を蒸着速度 0.2 nm/sec で 200 nm の厚さに共蒸着（重量比 10:1）して陰極とし、有機電界発光素子を作製した。作製した有機電界発光素子に、乾燥雰囲気下、15 V の直流電圧を印加したところ、76 mA/cm<sup>2</sup> の電流が流れた。輝度 680 cd/m<sup>2</sup> の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は 420 時間であった。

34

d/m<sup>2</sup> の緑色の発光が確認された。輝度の半減期は 420 時間であった。

## 【0086】

【発明の効果】本発明により、発光効率が高く、発光寿命が長く、耐久性に優れた有機電界発光素子を提供することが可能になった。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 2】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

10 【図 3】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 4】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 5】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 6】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 7】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

【図 8】有機電界発光素子の一例の概略構造図である。

## 【符号の説明】

1 : 基板

2 : 陽極

3 : 正孔注入輸送層

20 3 a : 正孔注入輸送成分

4 : 発光層

4 a : 発光成分

5 : 電子注入輸送層

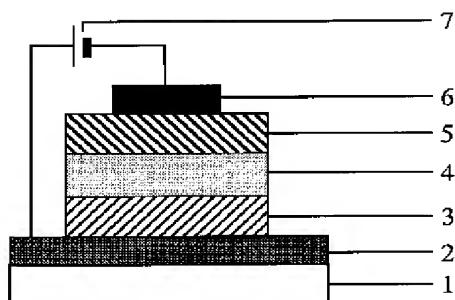
5" : 電子注入輸送層

5 a : 電子注入輸送成分

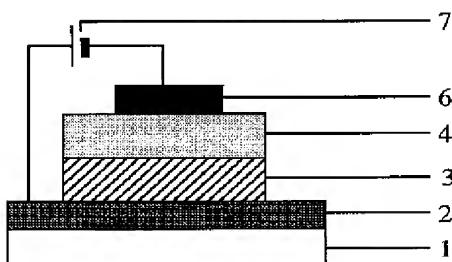
6 : 陰極

7 : 電源

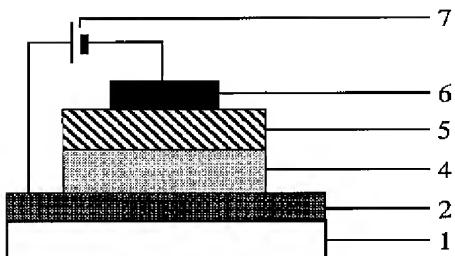
【図 1】



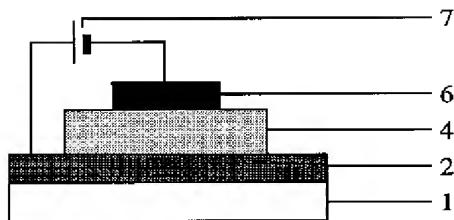
【図 2】



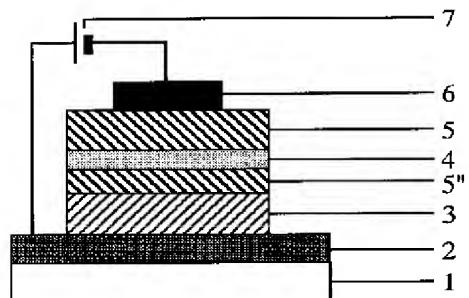
【図 3】



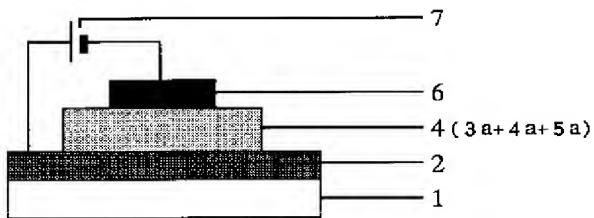
【図 4】



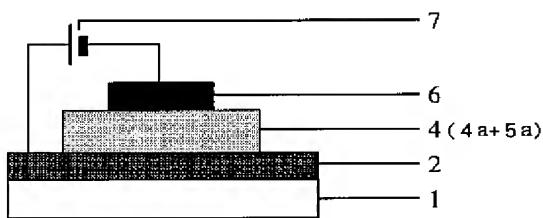
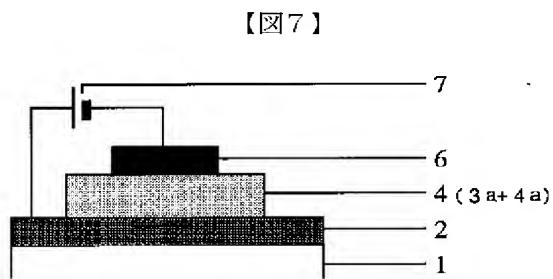
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 田辺 良満

千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株  
式会社内

(72)発明者 戸谷 由之

千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株  
式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB11 CA01 CB01

DA01 DB03 EB00

4C023 CA07